

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-064629
(43)Date of publication of application : 05.03.2003

(51)Int.Cl.

E01F 15/00
F16F 7/00
F16F 7/10

(21)Application number : 2001-255407

(71)Applicant : NKC KK
OSAKA PREFECTURE
KOWA KOGYO KK
(72)Inventor : YAMAZAKI MAKOTO
NAKAJIMA TAKAKATSU
WADA KUNIHIRO

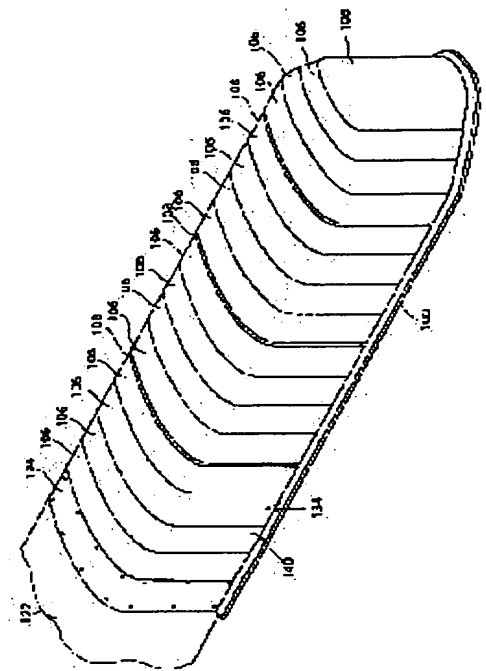
(22)Date of filing : 27.08.2001

(54) COLLISION SHOCK ABSORBER FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a collision shock absorber for a vehicle provided on the end of a median strip, which does not apply a large gravity to the vehicle and can effectively absorb an impact in collision.

SOLUTION: Fixed bodies (194, 122) are arranged on the rear in a set vehicle collision direction. In front of the fixed bodies (194, 122), a plurality of buffer substances 106 consisting of buffer materials are arranged in a row, and more than one inertia weight substances 108 movable back and forth are interposed between these buffer substances 106, respectively. An inertia force is utilized in the shock absorber in such a way that the inertia weight substances 108 having substantial inertia weight act on the buffer substances 106, effectively deforming them to absorb an energy produced by a collision of a vehicle in a highly effective manner. Therefore, the vehicle can be stopped safely even if the shock absorber is a compact one.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-64629
(P2003-64629A)

(43) 公開日 平成15年3月5日 (2003.3.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
E 0 1 F 15/00		E 0 1 F 15/00	2 D 1 0 1
F 1 6 F 7/00		F 1 6 F 7/00	C 3 J 0 6 6
7/10		7/10	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2001-255407 (P2001-255407)

(22) 出願日 平成13年8月27日 (2001.8.27)

(71) 出願人 501337317

エヌケイシー株式会社

大阪府東大阪市本庄西3-79

(71) 出願人 000205627

大阪府

大阪府大阪市中央区大手前2丁目1番22号

(71) 出願人 501337339

宏和工業株式会社

愛知県名古屋市熱田区古新町2の104

(74) 代理人 100079669

弁理士 神戸 典和

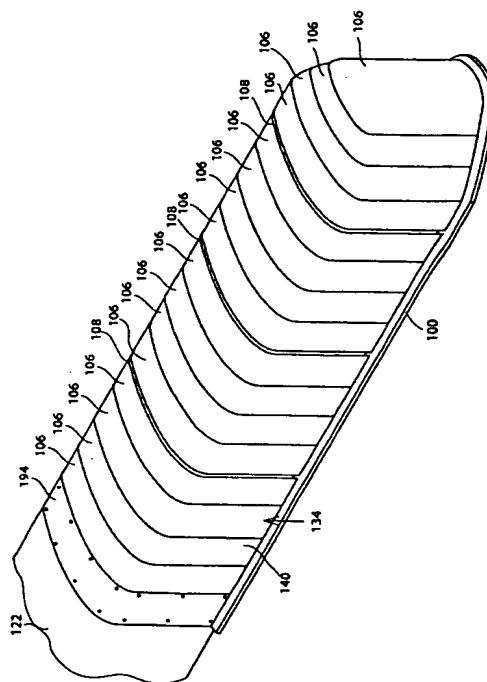
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用衝突緩衝装置

(57) 【要約】

【課題】 分離帯の端部に設けられる車両用衝突緩衝装置であって、車両に大きなGを与えることなく、かつ、効率的に衝突時の衝撃を吸収可能な車両用衝突緩衝装置を得る。

【解決手段】 設定された車両衝突方向における後方に固定体 (194, 122) を設け、固定体 (194, 122) の前方に、緩衝材を備える緩衝体 106 を複数並べて設け、それら緩衝体 106 のいずれかの間に、前後方向に移動可能な 1 以上の慣性質量体 108 を設ける。慣性力方式の緩衝装置であり、実質的な慣性質量を有する慣性質量体 108 の作用により、緩衝体 106 が効果的に変形し、車両の衝突のエネルギーを効率的に吸収することができる。したがって、コンパクトな装置であっても、車両を安全に停止させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 路面に設置されて車両の衝突による衝撃を緩衝する車両用衝突緩衝装置であって、設定された車両衝突方向に平行な前後方向における後方に、移動不能に設けられた固定体と、その固定体の前方に並んで配設され、緩衝材を備えて車両の衝突の衝撃を吸収する複数の緩衝体と、それら複数の緩衝体の少なくともいずれかの間に配設され、前後方向に移動可能な1以上の慣性質量体とを含むことを特徴とする車両用衝突緩衝装置。

【請求項2】 少なくとも前記車両衝突方向に直角でかつ路面に平行な左右方向への前記慣性質量体の移動を規制するガイド装置を備える請求項1に記載の車両用衝突緩衝装置。

【請求項3】 前記ガイド装置が、前記慣性質量体の路面に平行な平面に沿った回動を許容する回動許容機構を有する請求項2に記載の車両用衝突緩衝装置。

【請求項4】 前記緩衝体が、前記車両衝突方向に直角な方向における偏り変形を抑制するための偏り変形抑制手段が設けられたものである請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。

【請求項5】 前記緩衝体が、それぞれに緩衝材を備えてユニット化された緩衝体ユニットである請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。

【請求項6】 前記緩衝材が、発泡ポリスチレンとアルミニウムハニカム体との少なくとも一方を含む請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。

【請求項7】 前記複数の緩衝体を前記慣性質量体により区切られた複数の緩衝体群に区分けした場合に、前方の前記緩衝体群の前後方向のばね定数がその後方の前記緩衝体群の前後方向のばね定数と比較して小さくなるように構成された請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、路面に設置され、車両が衝突した際の衝撃を緩衝するための車両用衝突緩衝装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 車線を分離する分離帯は、中央分離帯を始めとして、車線が分岐する場所、高速道路の料金所等、様々な箇所設けられており、これらの分離帯は、コンクリート、ガードレール等によって形成されている。車線の分離、分岐が開始される箇所、つまり分離帯の端部においては、車両が衝突する可能性が高く、また、かかる箇所の衝突は、正面衝突の場合が多いことから、大きな事故に繋がる虞がある。したがって、分離帯の端部には、車両の衝突の衝撃を効果的に緩衝する装置を設けることが望まれる。

【0003】 これまでに、分離帯に設けられる衝突緩衝装置として、例えば、特開2001-159107号公報に記載されたものが検討されている。この公報記載の緩衝装置は、緩衝材と支持体とを組み合わせる使用であり、固定された支持体の剛性を利用して緩衝材を充分に変形させる、あるいは、剛性のある支持体自体を変形させることにより衝撃を吸収するタイプの緩衝装置である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題、課題解決手段および効果】 分離帯に設置される衝突緩衝装置は、車両（車両に搭乗する人間）に大きなGを与えずに衝撃を吸収することが望まれる。つまり、衝突によっても車両に大きな変形を与えない、搭乗者の身体に過度な負荷を与えないといった高い安全性を確保することが望まれる。このことは、いわゆる柔らかな緩衝材を使用し、これを衝突方向に長く設置することにより実現可能である。しかし、このような緩衝装置では、特に高速で衝突する場合を想定すれば、その長さが非常に長いものとなってしまう、設置スペースの関係等から、決して実用的なものとはならない。つまり、緩衝装置には、短い停止距離においてかつ大きなGを発生させずに車両を安全に停止可能であることが望まれる。言い換えれば、できるだけ小型であり、かつ、十分な衝撃吸収能力があることが期待されているわけである。

【0005】 例えば、上述の固定された支持体の剛性を利用して緩衝材を充分に変形させるタイプの衝突緩衝装置では、支持体の固定の解除に至るまでの荷重設定が重要になってくる。ところが、その設計は難しいことに加え、実際の衝突においては、衝突速度、衝突角度、車両の重量等により、瞬時ではあるが大きなGが発生する可能性が残る。そこで、その可能性を充分に避け得るためには、車両停止に至るまでの距離を、ある程度長く設定せざるを得ず、小型化の要求を充分に満たしきれていないとは言い切れないものとなっている。また、上述の剛性のある支持体自体を変形させることにより衝撃を吸収するタイプの衝突緩衝装置では、支持体自体も緩衝材として機能するものであり、緩衝材をいわゆる硬いものとしたことと変わらないため、やはり衝撃によって車両が受けるGが大きくなる可能性が残るものとなる。

【0006】 本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、車両に大きなGを与えることなく、かつ、効率的に衝突時の衝撃を吸収可能な車両用衝突緩衝装置を得ることを課題とする。そして、本発明によって、下記各態様の車両用衝突緩衝装置が得られる。各態様は請求項と同様に、項に区分し、各項に番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用する形式で記載する。これは、あくまでも本発明の理解を容易にするためであり、本明細書に記載の技術的特徴およびそれらの組み合わせが以下の各項に記載のものに限定されると解釈されるべきではな

い。また、一つの項に複数の事項が記載されている場合、それら複数の事項を常に一緒に採用しなければならないわけではない。一部の事項のみを選択して採用することも可能である。

【0007】なお、以下の各項において、(1)項が請求項1に相当し、(5)項が請求項2に、(9)項が請求項3に、(14)が請求項4に、(19)項が請求項5に、(25)項が請求項6に、(27)項が請求項7に、それぞれ相当する。

【0008】(1)路面に設置されて車両の衝突による衝撃を緩衝する車両用衝突緩衝装置であって、設定された車両衝突方向に平行な前後方向における後方に、移動不能に設けられた固定体と、その固定体の前方に並んで配設され、緩衝材を備えて車両の衝突の衝撃を吸収する複数の緩衝体と、それら複数の緩衝体の少なくともいずれかの間に配設され、前後方向に移動可能な1以上の慣性質量体とを含むことを特徴とする車両用衝突緩衝装置。本発明の車両用衝突緩衝装置は、緩衝体による衝撃吸収を効率よく行わせるために、緩衝体の間に、実質的に慣性質量を有するものを介在させた方式、いわば慣性力方式の衝突緩衝装置である。

【0009】本発明の作用を説明する前に、まず、車両衝突の際の緩衝材による衝撃吸収の一般的な考え方について説明する。高速で走行する車両が緩衝体に衝突すると、車両のもつ速度のエネルギーは、緩衝体に変形することによって吸収され、すべての速度エネルギーが吸収された時点で車両が停止する。走行する車両の速度エネルギー E_v は、衝突時における車両の初速度を v_0 、車両の重量を m_0 とすれば、 $E_v = m_0 \cdot v_0^2 / 2$ で表され、この E_v に相当するエネルギーが、緩衝体に変形することにより吸収される。

【0010】理論を単純化するために、緩衝体が単一の緩衝材のみからなり、その緩衝材が完全弾性体であるものとして説明する。緩衝体の吸収エネルギーは、その緩衝材の応力-ひずみ線図により算出することができる。図1に、完全弾性体の応力-ひずみ線図を示す。この応力-ひずみ線図によれば、緩衝材がひずみ ϵ_1 まで変形したときの単位体積あたりの吸収エネルギー e_1 は、図の斜線部の面積で表される。その時に、発生する最大応力は、 σ_1 となる。ここで、緩衝体が、車両衝突方向に一定の断面積(衝撃受面積) A を有するものであり、その車両衝突方向の全体長さを L とすれば、緩衝体の吸収エネルギー E_i は、 $E_i = L \cdot A \cdot e_1$ となる。

【0011】このときに緩衝体から車両が受ける最大加速度(厳密には減速度) α は、ニュートンの運動方程式により、

$$\alpha = A \cdot \sigma_1 / m_0$$

となる。 α の値は、重力加速度 g で除して無次元化した

いわゆる G 値を採用することができる。車両が受ける最大加速度は、人体への安全性等を考慮すれば、 G 値において $20G$ 以下であることが望ましく、例えば、その範囲において、許容される σ_1 の値を決定して緩衝装置の設計が行われる。一般に、設計上、衝突が想定される車両の重量、分離帯の幅および車両の幅等は既定されたものであるため、 A および m_0 の値はおのずとある範囲のものとなる。したがって、その緩衝装置における σ_1 の値を、最大加速度が所定の値を超えない範囲で決定されることになる。

【0012】ここで、緩衝体の緩衝効率を表すパラメータとして、緩衝係数 C を、

$$C = \sigma_1 / e_1$$

と定義する。この緩衝係数 C ができるだけ小さくなるように緩衝設計することにより、その緩衝体は、高効率なエネルギー吸収体となる。つまり、上記式において C の値を最小にすることは、「できるだけ小さな応力を加えて、できるだけ大きなエネルギーを吸収することができる」ことを意味する。緩衝装置の設計において、その緩衝体の緩衝係数が最小となるようにすれば、その緩衝体の特性は最大限に発揮されることになり、より高効率の衝撃吸収が可能な緩衝装置は、車両衝突方向の長さをより短くできることに繋がる。逆にいえば、大きな応力が発生する場合、車両(車両に搭乗する人間)への大きな衝撃の原因となり、また、エネルギー吸収が大きい場合は、車両が停止するまでの距離が長くなって、緩衝装置が短いときには、後方の固定壁(固定体)に激突する可能性が残るものとなる。

【0013】一方、緩衝体の全体長さ L は、

$$L = C \cdot H / G$$

という式で関係付けることができる。ここで、 H は、車両衝突速度を自由落下したときの落下高さに換算した値、いわゆる車両衝突速度に相当する等価落下高さである。上述のように、 G の値は適切な範囲で設定され、また、 H の値は、想定する車両衝突速度に応じた値となることで、緩衝体全体の長さが決定される。ちなみに、車両が 100 km/h の速度で衝突するものとし($H = 39.34 \text{ m}$)、その車両が受ける最大加速度を $20G$ に設定した場合、緩衝体全体の長さ L は、緩衝係数 C に応じて、下記表1のようになる。

【0014】

【表1】

緩衝係数: C	緩衝体全体長さ: L (m)
1. 0	1.96
2. 0	3.93
2. 5	4.92
3. 0	5.90
3. 5	6.88
4. 0	7.87
4. 5	8.85
5. 0	9.84

【0015】上記表1から判るように、緩衝係数が小さいほど、緩衝体の全体長さが短くてすむ。このことは、緩衝係数を小さくするほど、緩衝装置がコンパクトに設計できることを意味する。ちなみに、緩衝材が理論的弾性体である場合の緩衝係数は、ひずみ100%の場合つまり最後まで変形した場合に最小値を示し、その値は、 $e = \sigma / 2 = 0.5\sigma$ であることから、2.0となる。一般の緩衝材は、完全弾性体ではない。例えば、発泡ポリスチレン（いわゆる発泡スチロール；以下「EPS」と略す）の応力-ひずみ線図は、図2に示すようなものとなる。かかる応力-ひずみ線で表される特性をもつ緩衝材の場合、応力 σ_1 およびひずみ ε_1 の値つまり変形量に応じて、緩衝係数Cの値は変化する。したがって、緩衝係数Cが最小値となる応力 σ_1 に基づいた緩衝装置の設計を行えば、エネルギー吸収効率の高い緩衝装置が得られることになる。

【0016】次に、緩衝体のみによって衝撃吸収するタイプの場合、前述した固定された支持体の剛性を利用して緩衝材を充分に変形させるタイプ（支持体固定方式）場合、本発明による慣性質量体を配したタイプ（慣性力方式）の場合の3つの場合の衝撃吸収の効率について、緩衝材が理論弾性体であるものと想定して考察する。図3に、緩衝体のみ方式、支持体固定方式、慣性力方式の衝突緩衝装置を、それぞれ模式的に示す。図3(a)に示すものは、緩衝体のみ方式の緩衝装置であり、路面に固定された固定体10と、固定体の車両衝突方向における前方に配設した1つの比較的長い緩衝体20とからなる緩衝装置である。この装置の衝撃吸収の理論は、上述したとおりのものであるため、説明は省略する。

【0017】図3(b)に示すものは、固定体10と、固定体10の前方に並ぶ4つの緩衝体20と、それぞれの緩衝体20の間に路面に固定されて配設された3つの板状の支持体30とからなる。支持体30は、一定の荷

重が作用した場合に、固定が解除される。かかる緩衝装置に車両が衝突した場合には、先頭（車両衝突方向における最前方）の緩衝体20はその後方の支持体30に支持されているため、その固定解除荷重までの力が加わり十分に圧縮変形する。その後、固定解除荷重に達したときに、その支持体30の固定が解除されて、その後方の緩衝体20の圧縮変形が始まる。以下同様に、固定体10の前方の緩衝体20まで順次変形する。この場合の装置全体の応力-ひずみ線図は、模式的には図4のように表される。

【0018】図4に示すように、応力-ひずみ線は、設定した支持体の固定解除荷重に相当する応力までの応力上昇を繰り返す鋸刃状のものとなる。衝撃の吸収エネルギーは、応力-ひずみ線に囲まれた部分（図の斜線部）の面積に相当するエネルギーであり、このエネルギーは、前述した図2に示した吸収エネルギーと比較して大きなものとなる。この場合の吸収エネルギー e は、理論計算によれば、

$$e = 0.5\sigma \times 0.25 + 0.33\sigma \times 0.5 / 2 + 0.25\sigma \times 0.75 / 2 + \sigma \times 1.0 / 2 = 0.739\sigma$$

となり、先の緩衝体のみによる吸収の場合が $e = 0.5\sigma$ であったことと比較すれば、効率よく衝突エネルギーが吸収されることが確認できる。また、緩衝体のみによる吸収の場合、緩衝装置全体の見かけの緩衝係数は、緩衝体の緩衝係数と同じ2.0である。これに対し、支持体固定方式の緩衝装置では、

$$C = \sigma / e = 1.35$$

という値の装置全体の見かけの緩衝係数が得られることになる。

【0019】次に、図3(c)に示す本発明の緩衝装置、つまり、慣性力方式の緩衝装置は、固定体10と、固定体10の前方に並ぶ4つの緩衝体20と、それぞれの緩衝体20の間で配設されて車両衝突方向に移動可能な3つの板状の慣性質量体40とからなる。慣性質量体40は、実質的な慣性質量を有するものであり、車両の衝突前には静止しており、車両の衝撃によって移動させられる。上記固定支持体方式の場合における固定解除荷重と同等の荷重で移動を開始するような慣性質量を持たせることで、緩衝体20は、同様に充分に変形せられる。先頭の緩衝体20は、その後方の慣性質量体40の移動開始まで圧縮変形し、移動が開始された際にその後方の緩衝体20が変形を開始し、順次、固定体10の前方の緩衝体20まで変形する。本方式の緩衝装置の装置全体の応力-ひずみ線図は、模式的には図5のように表される。

【0020】図5に示すように、この場合の応力-ひずみ線も、移動開始に相当する応力までの応力上昇を繰り返す。しかし、上述した固定支持体方式の場合と比較して、山の頂部および谷部がなだらかに連続する応力-ひ

ずみ線となる。これは、本慣性力方式が、支持体の固定が解除された際に一気に移動を開始するのではなく、慣性質量体が滑らかに移動を開始できることに起因するものである。このことから、図4と比較して判るように、慣性質量体による方式のほうが、さらに吸収エネルギーが大きくなっており、さらに高効率な衝撃エネルギーの吸収が行われ、装置全体の見かけの緩衝係数も小さくなる。つまり、さらに小型化された衝撃緩衝装置が得られる分けである。

【0021】さらに、慣性力方式の場合、車両の衝突速度に応じた慣性力が発生する。つまり、衝突速度依存性を有し、衝突速度が大きいほど、発生する慣性力が大きくなるのである。上記支持体固定方式の緩衝装置の場合、支持体の固定解除荷重は一定しており、想定速度での衝突のときと、それよりも衝突速度の小さい衝突のときとを比較しても、衝突初期の衝撃はあまり変わらないことを意味する。これに対し、慣性力方式の場合、想定速度を下回る衝突速度での衝突の場合、小さな慣性力しか発生させないため、衝突初期から車両に加わる衝撃を小さくできるというメリットをも有する。

【0022】また、支持体固定方式の緩衝装置の場合、支持体の固定を例えばアンカーボルト等の固定手段によって行う。したがって、固定解除荷重の調整は、これらの破壊荷重を調整することによって行う。この調整は困難を伴うとともに、実際の衝突は、例えば、固定手段のバラツキ、アンカーボルトの緩み、劣化等、衝突方向、衝突速度の影響等により、理論とは異なる場合も多い。場合によっては、設定した荷重を超えてしまい、衝突時のG値が許容される値を超えることや、逆に小さな荷重で解除して、車両が大きな速度エネルギーを残したまま固定体に衝突することも考えられる。これに対し、慣性力方式の場合は、慣性質量体の重量を調整すればよく、簡便な手段により、安定した衝突エネルギーの吸収を確保できることになる。

【0023】なお、上記慣性力方式の説明は、緩衝材が完全弾性体である場合を例にとって説明したが、例えば、前述のESPを緩衝材として用いた緩衝装置では、その応力-ひずみ線は、図6に示すような形状のものとなる。この場合でも、同様に、高効率な衝撃エネルギーの吸収が行われることになる。

【0024】本発明の車両用衝突緩衝装置は、主に、固定体、緩衝材を備える複数の緩衝体、慣性質量体とから構成される。緩衝材は、緩衝体において、緩衝作用を担う中心的な存在であり、ゴム、ばね等の弾性体をはじめとして、上述したESP等のように正確には弾性体と呼べないものをも含む。例えば、ポリウレタンフォーム、アルミニウムハニカム体、衝撃吸収ゲル（ウレタンエラストマー等）等、緩衝機能を発揮する種々のものを単独であるいは複合して採用することができる。緩衝体は、上記緩衝材だけで構成されるものであってもよく、ま

た、後述するように、緩衝材の他に外郭部材等を備えるようなものであってもよい。固定体は、想定する車両衝突方向の後方に位置し、緩衝体をバックアップするものである。固定体は、分離帯の固定壁の端部に取り付けられるように形成されたものでもよく、また、分離帯自体が固定体となるものであってもよい。

【0025】慣性質量体は、実質的に慣性質量を有するものであればよい。あまり軽すぎるものは、効果的な慣性力を有しないため、相当の重量があることが望ましい。また逆に、重すぎる場合、車両に大きな衝撃を与えるため、適度な重量である必要がある。前後の緩衝体との関係、特に前方の緩衝体との関係で、その重量を決定すればよい。具体的には、例えば、慣性質量体1つあたりの重量は、衝突を想定する車両の重量の5%以上20%以下であることが望ましい。また、緩衝材が比較的嵩の大きなものであることに鑑みれば、省スペースを実現するために、慣性質量体の密度は高いほうがよく、具体的には、緩衝体の密度の5倍以上であることが望ましく、また、15倍以上であることがより望ましく、さらに50倍以上であることが望ましい。ここで密度は、真密度ではなく、嵩密度つまり重量を見かけ上の体積で除したものを意味する。

【0026】緩衝体の具体的な個数、慣性質量体の個数は特に限定するものではなく、想定する衝突車両の重量、衝突速度等に応じて、適切な範囲に設定すればよい。また、固定体と慣性質量体との間、慣性質量体どうしの間、最前方の慣性質量体の前方のそれぞれに存在する緩衝体の数は特に限定されない。上述した図3の態様のものは、それぞれ1つずつ緩衝体が配設されているが、この代わりに、複数の緩衝体を配設することも可能である。複数の緩衝体を配設する場合、車両衝突方向に直角な方向に並列に配置することもでき、また、車両衝突方向に直列的に積層させることも可能である。

【0027】(2)前記慣性質量体が、前記車両衝突方向に対して略直角に配設された板状のものである(1)項に記載の車両用衝突緩衝装置。慣性質量体の形状は、特に限定されるものでない、ブロック状、柱状等種々な形状とすることができる。衝突する車両の幅、分離帯の幅等を考えれば、緩衝装置はある程度の幅を有するものであることが望ましく、緩衝体もそれに応じた幅を有することに鑑みれば、緩衝体を介して自らの慣性力でもって衝撃を受け止めるためには、慣性質量体も有効な面積を有することが望ましい。したがって、慣性質量体は、板状の形状を有するものであり、かつ、その板表面を車両衝突方向に向けて配設されるものであることが望ましい。

【0028】(3)前記慣性質量体の前記車両衝突方向への移動を円滑化するための移動円滑化装置を有する(1)項または(2)項に記載の車両用衝突緩衝装置。慣性質量体を利用した衝撃エネルギーの吸収においては、慣性質

量体の移動が円滑であることが望まれる。したがって、移動円滑化装置を設けた本態様の緩衝装置では、より効率的な衝撃吸収が担保される。慣性質量体は、路面に直に配設されるものでもよく、また、装置のベース等を介して路面に接地するものであってもよい。いずれの場合も摩擦等によって、車両衝突方向への移動を制限される可能性があり、本移動円滑化手段は、かかる摩擦等の影響を排除するものである。

【0029】(4) 前記移動円滑化装置が、前記慣性質量体に設けられて少なくとも前記車両衝突方向に直角でかつ路面に平行な軸線まわりに回転可能な回転体を含み、前記慣性質量体が、その回転体において接地する(3)項に記載の車両用衝突緩衝装置。移動円滑化装置の具体的な態様は、特に限定されるものではないが、例えば、低摩擦材、潤滑材等を介在させる等の良好な摺動特性が得られるような手段を採用することができる。また、ころ、車輪、球体等の回転体を設けこの回転体の転がりにより、安定的に移動を円滑化させるものであってもよい。かかる回転体は、慣性質量体の円滑な移動を安定的に確保し得る。また、キャスター等の路面と平行に回動あるいは旋回可能な回転体を用いれば、車両衝突方向と交差する方向に対しても移動が円滑化されることになり、例えば、慣性質量体がある程度左右方向の力を受ける場合等にも、慣性質量体の円滑な移動が確保される。

【0030】(5) 少なくとも前記車両衝突方向に直角でかつ路面に平行な左右方向への前記慣性質量体の移動を規制するガイド装置を備える(1)項ないし(4)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。本発明の車両用衝突緩衝装置は、もっとも危険である前方からの正面衝突における緩衝を中心に設計されるが、実際の衝突は、衝突位置が左右いずれかに偏ったオフセット衝突である場合も多く、また、衝突方向が左右いずれかに偏った斜突の場合も多い。かかるオフセット衝突、斜突等の場合は、緩衝装置自体が左右移動して、効果的な衝撃吸収が実現されない可能性もある。慣性質量体の左右への移動を規制するガイド装置を備える本態様の緩衝装置は、かかる場合においても、効果的な衝撃吸収が確保される。また、オフセット衝突、斜突、あるいは側部に衝突する場合は、緩衝装置自体が左右方向に移動してしまい、分離すべき車線に大きくはみ出してしまいう可能性もある。かかるはみ出しは、二次的な事故にも繋がるため、防止すべきである。本態様におけるガイド装置は、かかる車線へのはみ出しを防止する手段としても機能する。

【0031】(6) 前記ガイド装置が、少なくとも前記固定体の近傍と最前方の前記慣性質量体とにわたって前記車両衝突方向に張られ、両端の位置が路面に対して固定されたガイド用索体と、前記ガイド用索体が貫通する貫通穴を有する前記慣性質量体のスライド部とを含む

(5)項に記載の車両用衝突緩衝装置。ガイド装置の具体

的な態様は特に限定されるものではない。例えば、剛体としてのレールとそれに沿って移動する移動体とで構成されるようなものであってもよい。ここに掲げたように、索体を利用すれば、簡便にガイド装置を構成できる。また、ガイド用索体は、例えば、金属製のワイヤを用い、これを適度なテンションで車両衝突方向に引張った状態で配置すればよい。かかる構成のガイド用索体は、ある程度の弾性を有することから、左右方向に作用する力、後に詳しく説明するような慣性質量体へ回動力が作用する場合等でも、その弾性効果により、慣性質量体の移動が円滑に行われる。なお、比較的強い力で引張り、固定する必要がある、それを引張るための剛性のある引張手段、固定手段等に車両が直接衝突しないことが望ましいため、路面近傍、つまり、緩衝装置の下部に設置することが望ましい。また、慣性質量体のスライド部は、ガイド用索体が貫通する貫通穴を有するという単純な構成である。この貫通穴の内壁の一部がガイド用索体に当接して、慣性質量体の左右への移動が規制される。なお、貫通穴にガイド用索体を貫通させる構成であるため、慣性質量体の上方への跳ね上がりも、十分に規制される。

【0032】(7) 前記ガイド用索体が、前記左右方向に互いに間隔を隔てて複数本設けられた(6)項に記載の車両用衝突緩衝機構。ガイド用索体の本数は、特に限定されるものではない。例えば、比較的太いものが1本配設されるものであってもよい。本態様のように、ガイド用索体を複数本設ける場合は、慣性質量体が左右方向へ移動しようとする力が複数に分散されるため、索体自体を比較的細くできるという利点がある。また、間隔を隔てることにより、慣性質量体の大きな傾斜をも規制できるという利点がある。

【0033】(8) 前記スライド部に、前記貫通穴が前記ガイド用索体の各々が貫通するように複数並んで設けられた(7)項に記載の車両用衝突緩衝装置。複数のガイド用索体を設ける場合、それらが貫通するスライド部の貫通穴は、複数本のガイド用索体のすべてを貫通させる1つの貫通穴であってもよい。例えば、2本のガイド用索体を平行に配設し、貫通穴を開口長さの長い長穴として、この長穴の両端にそれぞれガイド用索体が位置する態様である。これに対し、本態様のように、複数のガイド用索体のそれぞれが通過するような複数の貫通穴を設ければ、左右両方向に対して大きな規制力が得られる。

【0034】(9) 前記ガイド装置が、前記慣性質量体の路面に平行な平面に沿った回動を許容する回動許容機構を有する(5)項ないし(8)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。緩衝体が偏荷重を受けるような場合、その力を受け止める慣性質量体が、前後方向に直角な面に対して傾斜するときがある。このときにおいて、慣性質量体のその方向の回動をある程度許容する機構を備えた本態様の緩衝装置は、かかるときでも、慣性質量体の円

滑な移動が確保される。

【0035】(10) 前記ガイド装置が、少なくとも前記固定体の近傍と最前方の前記慣性質量体とにわたって前記車両衝突方向に張られ、両端の位置が路面に対して固定されたガイド用索体と、前記ガイド用索体が貫通する貫通穴を有する前記慣性質量体のスライド部とを含み、前記貫通穴の少なくとも1つが前記左右方向に長い長穴として形成されることで、前記ガイド用索体および前記スライド部が前記回転許容機構として機能する(9)項に記載の車両衝突緩衝装置。回転許容機構の具体的な手段は、特に限定されるものではない。前述したガイド用索体をガイド装置に用いる態様の場合、その索体が貫通するスライド部の貫通穴を長穴にすることにより、簡便に、慣性質量体の上記回転を許容することが可能となる。例えば、2本のガイド用索体を設け、そのうちの1本が貫通する貫通穴を長穴にする態様、2つとも長穴にする態様、あるいは、3本のガイド用索体を設け、両側の索体が貫通する貫通穴を長穴とする態様等種々の態様を採用することができる。なお、複数のガイド用索体を設ける態様の場合、長穴長さを変更することにより、許容される回転量をコントロールすることができる。したがって、この態様のガイド装置は、回転許容機構のみならず、回転量制御機構としても機能する。

【0036】(11) 前記ガイド用索体が、前記左右方向に互いに間隔を隔てて複数本設けられ、前記スライド部に、前記貫通穴が前記ガイド用索体の各々が貫通するように複数並んで設けられ、前記複数のガイド用索体のうちの前記左右方向の外側の2本のものの各々が、それらが貫通する前記貫通穴の各々において前記左右方向における内側に位置する(10)項に記載の車両衝突緩衝装置。本項に記載の態様は、より具体的な態様である。本態様のものは、慣性質量体左右への移動を規制しつつ、かつ、回転を許容するという2つの機能を兼ね備えたガイド装置を有する慣性質量体となる。

【0037】(12) 前記回転許容機構が、前方に位置する前記慣性質量体の回転量が後方に位置する前記慣性質量体の回転量より小さくならないように、前記前記慣性質量体の回転を許容するものである(9)項ないし(11)項のいずれかに記載の車両衝突緩衝装置。慣性質量体の左右への移動を規制する上記ガイド装置を設けた場合、例えば、オフセット衝突、斜突等の際は、前方の慣性質量体ほど大きく回転させられ、後方の慣性質量体ほどそれに働く回転力は小さい。したがって、前方の慣性質量体の回転量を大きくし、後方のものの回転量を小さく制限する本態様の緩衝装置は、円滑な慣性質量体の後方への移動が確保された上に、装置自体の安定性が確保されることで、効果的に衝突のエネルギーを吸収できる装置となる。

【0038】(13) 前記ガイド装置が、少なくとも前記固定体の近傍と最前方の前記慣性質量体とにわたって

前記車両衝突方向に張られ、両端の位置が路面に対して固定されたガイド用索体と、前記ガイド用索体が貫通する貫通穴を有する前記慣性質量体のスライド部とを含み、前記貫通穴の少なくとも1つが前記左右方向に長い長穴として形成され、前方に位置する前記慣性質量体の長穴長さ、後方に位置する前記慣性質量体の長穴長さより小さくならないように形成された(12)項に記載の車両衝突緩衝装置。前述したように、ガイド用索体を用いた上記ガイド装置においては、そのガイド用索体が貫通する貫通穴を長穴にすることにより、回転が許容され、また、長穴の長さを変更することにより回転量を制御できる。本項に記載の態様では、簡便な手段によって、前方の慣性質量体の回転量を大きくすることが可能である。

【0039】以上(3)項～(13)項に記載の態様は、慣性質量体についての移動円滑化装置、ガイド装置に関するものであるが、かかる装置は、慣性質量体のみならず、緩衝体についても適用できる。つまり、複数の緩衝体のうちの一部あるいはすべてのものに対して、(3)項～(13)項に記載の技術的特徴を備えた移動円滑化装置、ガイド装置を設けることも可能である。

【0040】(14) 前記緩衝体が、前記車両衝突方向に直角な方向における偏り変形を抑制するための偏り変形抑制手段が設けられたものである(1)項ないし(13)項のいずれかに記載の車両衝突緩衝装置。緩衝体が偏荷重を受けた場合、それを構成する緩衝材は、偏った変形を強いられる。特に、緩衝体の前後方向の長さが長い場合は、偏り変形が大きい。偏り変形が生じると、効果的な衝突エネルギーの吸収が阻害される。緩衝体の偏り変形が抑制される本態様の緩衝装置は、より効果的な衝突エネルギーの吸収が可能となる。

【0041】(15) 前記偏り変形抑制手段が、前記緩衝材を前記車両衝突方向においてその方向に略直角な面に沿って複数に仕切る仕切板を含む(14)項に記載の車両衝突緩衝装置。偏り変形抑制手段の具体的な構成は、特に限定されるものではない。緩衝体の前後方向の長さが長い場合は、それを構成する緩衝材も長く、そのような緩衝材は、座屈させられる方向に力が働く等して、変形がより大きく偏ることになる。本項に記載の仕切板は、緩衝体を構成する緩衝材を前後方向に分割し、1つの緩衝材の長さを短くし、また、例えば、その分割面において緩衝材を後方から支持する等して、偏り変形を防止するものである。

【0042】(16) 前記緩衝体が、自身が備える前記緩衝材の破損による飛散を防止するための緩衝材飛散防止手段を備える(1)項ないし(15)項のいずれかに記載の車両衝突緩衝装置。緩衝体を構成する緩衝材は、変形を強いられることにより破壊されることがある。例えば、後に説明するESP等を緩衝材とする場合がそうである。車両が衝突して緩衝装置が機能した場合、破壊し

た緩衝材は、周囲に飛散する。緩衝材の飛散は、付近を走行する車両の走行を阻害する可能性もある。緩衝材飛散防止手段を備えた本態様の緩衝装置は、周囲の安全をも確保できる緩衝装置となる。

【0043】(17)前記緩衝材飛散防止手段が、前記緩衝材の少なくとも前記前方側および後方側の面の以外の表面を覆う薄板状、箔状、あるいは膜状の被覆部材を含む(16)項に記載の車両用衝突緩衝装置。緩衝体が備える緩衝材飛散防止手段は、特に、具体的な構成が特に限定されるものではない。ただし、あまり剛性の高いものでは、緩衝体自体の緩衝機能を損なうことにもなりかねない。本項に記載の態様では、比較的薄い被覆部材により、緩衝体に害となる程の剛性を付与せずに、効果的に破壊された緩衝材の飛散が防止される。

【0044】(18)前記被覆部材が、パンチングメタルを含む(17)項に記載の車両用衝突緩衝装置。被覆部材は、例えば、薄い金属板、樹脂等のラップ、ネット(網状体)等、さまざまな材料、形態のものを採用できる。設計に応じて適宜選択すればよい。パンチングメタルは、多数の開孔が設けられた薄い金属板であり、充分なる飛散防止能力を有し、軽量で、緩衝材の変形に応じて自らも変形し易く、緩衝機能を阻害しないという利点があり、好適な被覆部材となる。なお、自身の剛性を小さくして、緩衝材の変形に応じて自らを変形しやすくするために、開孔率は、50%以上とすることが望ましい

【0045】(19)前記緩衝体が、それぞれに緩衝材を備えてユニット化された緩衝体ユニットである(1)項ないし(18)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。緩衝体の形態は、いかなるものであってもよい。例えば、固定体、あるいは、慣性質量体に固着されて存在するものであってもよい。高速で走行する車両の衝突緩衝を目的とする場合、本緩衝装置は、比較的長くまた比較的多くの緩衝材を使用する。このようなことに鑑みれば、設置場所で組付を行うような場合にあっては特に、緩衝体自体が独立して搬送可能であり、設置の際に容易に組み立て可能であることが望ましい。また、一部の緩衝体が破損等した場合に、そのものだけ交換すれば緩衝装置が修復できるようにすれば、メンテナンスにおいても簡便な緩衝装置となる。緩衝材を始めとして、上述の緩衝材飛散防止手段、緩衝体の外郭となる外郭部材等を備えて、これらを一体化した緩衝体ユニットを構成すればよい。

【0046】緩衝体をユニット化させて緩衝体ユニットとする場合、その1つの緩衝体ユニットが緩衝材を1つ内包するのでもよく、2以上の緩衝材を内包するものであってもよい。2以上の緩衝材を内包する場合、車両衝突方向に直列的に並べるものでもよく、また並列的に並べるものであってもよい。複数の緩衝材を内包させて緩衝体ユニットを構成する場合、内包させる数量を変更することによっても、その緩衝体ユニットのばね定数、つ

まり、いわゆる緩衝体としての柔らかさを調整できるというメリットがある。

【0047】(20)前記複数の緩衝体ユニットの各々が、各々の前記緩衝材を内包する外郭部材を有し、その外郭部材の少なくとも一部のものが当該車両用衝突装置の外殻を構成する(19)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。緩衝装置は、外観上、例えば塗装等された外郭を有することが望ましい。緩衝装置全体を、外郭部材で覆うように外郭を構成することもできる。上記ユニット化された緩衝体の場合、本態様のように、その緩衝体の外郭部材がそのまま緩衝装置自体の外郭となるように構成すれば、簡便に組み立て可能な緩衝装置となる。緩衝体ユニットの外郭部材は、耐候性のあるものであることが望ましい。また、外郭部材は、車両衝突の際に容易に変形するもの、つまり、緩衝体の緩衝機能を阻害するような過度の剛性を有しないものであることが望ましい。例えば、鋼板等を使用する場合は、薄いものであることが好ましい。また、外郭部材が比較的軽いものの場合、その外郭部材が実質的な質量を有して慣性質量体として機能することも考えられる。外郭部材の重量が緩衝設計に影響を与えるほど大きな場合は、その重量をも考慮して、慣性質量体の重量を設定することが望ましい。

【0048】また、例えば、慣性質量体の間に、複数の緩衝体ユニットが配設される場合、2つの緩衝体ユニットが互いに接する面にそれらユニットの外郭部材が介在して、それらのユニットが前後方向に積層される態様を採用することができる。この場合、介在する外郭部材は、前述の仕切板として機能することになる。すなわち、これら2つのユニットを1つの緩衝体と擬制した場合、外郭部材のその部分が、2つのユニットにまたがる緩衝材を分割したものと観念することができるのである。したがって、先に説明した仕切板は、このような態様であってもよいことを意味する。

【0049】(21)前記固定体と前記慣性質量体うちの最前方のものとの間に存在する前記緩衝体を、前記固定体と前記最前方の慣性質量体とで挟持する緩衝体挟持手段を備える(1)項ないし(20)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。前述したように、緩衝体は、固定体あるいは慣性質量体に固着されるものであってもよい。しかし、装置が大型であることに鑑みれば、組み立てられることも多い。上述したユニット化された緩衝体の場合特にそうであるが、簡便に組み立て可能であることが好ましい上、組み立てられたものが装置自体の形状を十分に維持可能であることが好ましい。固定体および慣性質量体は剛体であり、容易に変形しないものであることから、これらの間に挟み付けて配設すれば、組み立てが容易であり、かつ、緩衝体が緩衝装置においてしっかりと保持され、装置自体の形状安定性が増す。

【0050】(22)前記緩衝体挟持手段が、前記車両

衝突方向に前記固定体と前記最前方の慣性質量体との間に張られ、前記最前方の慣性質量体を前記固定体に向かって引き付ける力を生じさせてそれらの間に前記緩衝体を挟持するための挟持用索体を含む(21)項に記載の車両用衝突緩衝装置。上述の緩衝体を挟持する態様の場合、その挟持手段は特に限定されるものではない。ただし、適正な挟持力を発生させることが望ましい。挟持用索体を用い、この索体にテンションをかけた状態で緩衝体を保持する本態様の緩衝装置は、簡便に、適切な挟持力を得られる装置となる。索体は、金属製のワイヤ等を用いることができる。

【0051】(23) 前記挟持用索体が、前記車両衝突方向に直角でかつ路面に平行な左右方向における当該車両衝突緩衝装置の両側のそれぞれに配設された(22)項に記載の車両用衝突緩衝装置。挟持用索体は、偏りなく挟持力を発生させる箇所に張られることが望ましく、その点で、装置の両側に配設した本態様の緩衝装置は、偏りない保持力が得られる装置となる。また、両側に張られた索体は、緩衝装置の側面への車両衝突等の際に、緩衝体の横ずれ、あるいは、装置自体の横ずれを防止する機能をも併せ持つ。また、そのような挟持用索体は、両側のそれぞれに1本ずつ配設されてもよく、複数本ずつ配設されてもよい。

【0052】(24) 前記緩衝体の緩衝係数が3以下である(1)項ないし(23)項の車両用衝突緩衝装置。前述したように、緩衝体の緩衝係数が小さい方が、衝突エネルギーを効率的に吸収可能で、小型化された緩衝装置となる。緩衝体の緩衝係数を限定するが、緩衝体の緩衝機能を確保するものが緩衝材であり、緩衝体における他の構成要素が、その緩衝能力にほとんど影響を与えない限り、緩衝体の緩衝係数は、緩衝材の緩衝係数としても構わない。緩衝材が完全弾性体である場合は、上述したように、ひずみが100%のときつまり最後まで変形したときにおいて、緩衝係数が、2.0であり、3以下の緩衝係数を有する緩衝体で構成する本態様の緩衝装置は、効率のよい衝撃吸収が可能な緩衝装置となる。さらに、より効率のよい衝撃吸収ということに鑑みれば、2.5程度あるいは2.5以下であることがより望ましい。なお、緩衝係数は、設定するひずみ量、応力値によって変化するため、応力-ひずみ線を作成し、その応力-ひずみ線から、緩衝係数が最小となる最小緩衝係数を求め、緩衝係数とすればよい。また、重量が既知である重錘を、様々な所定の高さから緩衝材の上に落下させ、その衝撃吸収の過程における重錘の加速度(厳密には減速度)からG値を求め、前記 $L = C \cdot H / G$ という式から、緩衝係数を算出して最小値となる緩衝係数をもってして、その緩衝材の緩衝係数としてもよい。

【0053】(25) 前記緩衝材が、発泡ポリスチレンとアルミニウムハニカム体との少なくとも一方を含む(1)項ないし(24)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝

装置。緩衝体を構成する緩衝材は、特に限定されるものではない。先に述べたように、例えば、各種ゴム、ばね、ESP(発泡ポリスチレン)ポリウレタンフォーム、アルミニウムハニカム体、ゲル等の1種のを単独であるいは2種以上のものを複合して用いることができる。この中でも、ESPは、緩衝係数が3以下の緩衝体を形成できる。また、アルミニウムハニカム体は、通孔の延びる方向を前後方向に向けて配設することにより、例えば、ESPよりさらに低い緩衝係数の緩衝体を実現可能である。ただし、アルミニウムハニカム体は、通孔の区画壁が座屈等の変形をして衝撃を吸収するものであり、衝撃吸収過程において、きわめて瞬時ではあるが、ノイズ的、高周波的に高い応力が発生することもある。このことに鑑みれば、アルミニウムハニカム体とESPとを複合化して、具体的には、アルミニウムハニカム体とESPとの積層させた2層構造、3層構造、あるいはそれ以上の多層構造であることが望ましい。例えば、アルミニウムハニカム体とESPとの2層構造の緩衝材を用いることにより、緩衝係数が2以下となる緩衝体を実現可能となる。

【0054】(26) 前記緩衝材が、発泡ポリスチレンである(25)項に記載の車両用衝突緩衝装置。ESPは、極めて安価であるというメリットがある。また、ESPは、極めて軽量であるというメリットを有する。したがって、ESPのみを緩衝材として用いる本態様の緩衝装置は、安価かつ軽量の緩衝装置となる。また、ESPは、発泡倍率を変更するという簡便な手段により、その柔らかさを変更させることができるという利点をも有する。

【0055】(27) 前記複数の緩衝体を前記慣性質量体により区切られた複数の緩衝体群に区分けした場合に、前方の前記緩衝体群の前後方向のばね定数がその後方の前記緩衝体群の前後方向のばね定数と比較して小さくなるように構成された(1)項ないし(26)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。本発明の緩衝装置は、慣性力方式の緩衝装置であり、車両が前方から衝突した場合に、前方の緩衝体から順に変形し、前方の慣性質量体から順に後方へ移動させられる。慣性質量体の後方の緩衝材は、車両重量のみならず、その前方の慣性質量体の重量もが加わった重量に相当するエネルギーを吸収することになる。したがって、より効率的な衝突エネルギーの吸収を行うためには、本項に記載の態様のように、後方の緩衝体群のばね定数を大きく、つまり硬くするほうが望ましい。

【0056】ここでいう、「ばね定数」とは、緩衝体の圧縮方向のひずみ(変形割合)と荷重との関係を意味する。ばね定数が大きい場合は、荷重に対するひずみ量が小さく、いわゆる硬い緩衝体であることを意味し、逆に、ばね定数が小さい場合は、同じ荷重に対するひずみ量が大きく、いわゆる柔らかい緩衝体であることを意味

する。緩衝材が、例えばEPSのように、復元力が弱く厳密には弾性体と呼べないものである場合でも、一方つまり圧縮方向の応力-ひずみ線図を作成することができるため、その応力-ひずみ線に基づいて、縦弾性率相当のものを把握することができ、それに基づいてばね定数相当のものを推定できる。したがって、本明細書にいう「縦弾性率」、「ばね定数」とは、弾性体についていう縦弾性率、ばね定数のみを意味するのではなく、その緩衝体の硬さ、柔らかさを表現するための概念のことをいうものとする。緩衝体のばね定数を大きくする場合は、例えば、その緩衝体を構成する緩衝材に高弾性率のものを10用いるものであってもよく、その緩衝材の車両衝突方向に直角な断面における断面積を大きくするものであってもよい。この2つの手段のいずれによっても、その緩衝体を硬くすることができる。逆に、ばね定数を小さくする場合、つまり、緩衝体を柔らかくする場合は、低弾性率の緩衝材を用いる、あるいは、断面積を小さくすればよい。なお、1つの緩衝体に複数の緩衝材が並列的に配設されている場合は、その緩衝体における緩衝材の断面積は、それら複数の緩衝材の断面積の総和として考えればよい。

【0057】緩衝体の配設位置である固定体と慣性質量体との間、慣性質量体どうしの間、最前方の慣性質量体の前方のそれぞれに、1つずつの緩衝体が配設される場合は、それぞれの緩衝体のばね定数に基づいて、本項記載の態様の緩衝装置の緩衝設計を行えばよい。これに対して、上記の配設位置の少なくともいずれかに、複数の緩衝体が存在する場合は、それら複数の緩衝体の総和としてのばね定数を考える必要がある。この意味から、本項において、「緩衝体群」という概念を導入した。したがって、「緩衝体群」とは、対象となる緩衝体が、複数の場合だけでなく、1つの場合であってもその1つをも11って緩衝体群と呼ぶものとする。

【0058】(28) いずれか1以上の前記慣性質量体の後方に複数の緩衝体が前後方向に連続して配設され、その連続する複数の緩衝体のうちの最前方の緩衝体が、前後方向のばね定数がその後方の緩衝体の前後方向のばね定数と比較して小さくなるように形成されている(1)項ないし(27)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。車両の衝突の際、慣性質量体は後方に移動させられることで、効率的な衝突エネルギーの吸収がなされる。慣性質量体の直後の部分の緩衝体がいわゆる硬いものである場合、その慣性質量体の移動速度に追従した変形速度が得られず、その慣性質量体はスムーズな移動ができない。つまり、慣性質量体の移動開始直後において、いわゆる抵抗が大きい状態となってしまう。この点を考慮すれば、慣性質量体の直後の緩衝体はいわゆる柔らかいものであることが望ましい。本態様の緩衝装置は、慣性質量体どうしの間、また、慣性質量体と固定体との間に複数の緩衝体が配設された場合についての態様である。複17

数の緩衝体の最前方の緩衝体を柔らかくすることで、その前方の慣性質量体の後方へのスムーズな移動が確保され、より効率的な衝撃吸収が可能となる。ばね定数を小さくする手段としては、その緩衝体に、縦弾性率の小さな(いわゆる柔らかな)緩衝材を使用することであってもよく、また、同じ緩衝材を使用して、その断面積を小さくすることであってもよい。

【0059】(29) いずれか1つ以上の前記慣性質量体の後方に1つの緩衝体が配設され、その緩衝体が、前方の部分の前後方向のばね定数がその部分の後方の部分の前後方向のばね定数と比較して小さくなるように形成されている(1)項ないし(27)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。例えば、図3(c)に示すような1つの緩衝体を慣性質量体の後方に配設する場合において、上記同様、その慣性質量体の後方への円滑な移動を確保する態様であって、緩衝体における慣性質量体の直後の部分を柔らかいものとする態様である。

【0060】(30) 前記いずれか1つ以上の慣性質量体が、少なくとも最前方に配設された慣性質量体である(28)項または(29)項に記載の車両用衝突緩衝装置。慣性質量体の直後の緩衝体あるいは緩衝体の部分を柔らかくする態様において、その対象する慣性質量体は、複数の慣性質量体の任意の1つ以上のものであれば、それなりの効果が得られる。衝突による慣性質量体の移動速度は、最前方の慣性質量体ほど大きく、その後方の緩衝体の変形が追従しにくくなり、大きな衝撃を車両に与える可能性が高い。このことに鑑みれば、少なくとも最前方の慣性質量体の後方の緩衝体あるいは緩衝体の部分を柔らかくすることが望ましい態様となる。なお、最前方の慣性質量体のみを対象とする態様であっても、また、すべての慣性質量体を対象とする態様であってもよい。

【0061】(31) 前記複数の慣性質量体のうちの最前方の慣性質量体の重量 m_1 が、次式で表される理論最適重量 m_{is} に対して、 $0.7m_{is} \leq m_1 \leq 1.3m_{is}$ の関係が成り立つ(1)項ないし(30)項のいずれかに記載の車両用衝突緩衝装置。

$$m_{is} = 1 / (v_0^2 / (A_1 \cdot L_1 \cdot e_{opt}) - 1 / m_0)$$

v_0 : 想定車両衝突速度

m_0 : 想定車両重量

A_1 : 最前方の慣性質量体の前方に存在する緩衝材の衝撃受面積

L_1 : 最前方の慣性質量体の前方に存在する緩衝材の総長さ

e_{opt} : 最前方の慣性質量体の前方に存在する緩衝材の単位体積当たりの理論最適吸収エネルギー

本発明の緩衝装置は、前述したように慣性力方式と呼べるのもであり、慣性質量体の慣性力によって効率的な衝突エネルギーの吸収が実現される。図1と図4との比較および図2と図5との比較から判るように、最前方の慣性質量体の重量設計が、効率的な吸収において重要な要18

素となる。本態様の緩衝装置は、最前方の慣性質量体が適正範囲の重量となるように形成されたものであり、より効率的な衝撃吸収が実現される。

【0062】具体的には、最前方の慣性質量体の前方に存在する緩衝体との関係で決定されるが、緩衝体を構成する緩衝材以外の構成要素がその緩衝材の緩衝能力に影響を与えないことを前提として、その緩衝材との関係として扱えばよい。また最前方の慣性質量体の前方に緩衝体が複数存在する場合、本項でいう緩衝材は、それら複数の緩衝体を構成するすべての緩衝材の総和として扱えばよい。ここで、 e_{opt} は、緩衝材が持つ固有の物性値であり、前述したように、応力-ひずみ線図から算出される値であって、緩衝係数が最小値を示す場合における単位体積当たりの吸収エネルギーを意味する。また、例えば、先頭部分が細く形成される等して緩衝材が一定の断面積を有しない場合は、最前方の慣性質量体の前方に存在する緩衝緩衝材の総体積 V_1 として、これを V_1 を上記 I_1 で除した値をもって、上記 A_1 とすればよい。

【0063】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の車両用衝突緩衝装置の一実施形態について、図を参照しつつ詳細に説明する。図7に、本実施形態の車両用衝突緩衝装置の斜視図を示し、図8に、平面断面図を、図9に、側面断面図を、図10に、図9におけるA-A部の正面断面図をそれぞれ示す。また、図11に慣性質量体の間に緩衝体ユニットが積層されて配設される様子を示す。

【0064】本緩衝装置は、全体的には蒲鉾のような形状をなし、その長手方向を分離帯の延びる方向と同じ方向となるように路面に設置される。想定する車両衝突方向は図8および図9に矢印で示すX方向であり、その車両衝突方向が緩衝装置の長手方向、つまり前後方向となる。なお、衝突の前方の部分は、左右の幅が小さく、つまり、先頭部分が先尖りの形状となっている。本緩衝装置は、主に、ベース100と、ベース100の車両衝突方向の後方に固定された2つの固定板102、104と、固定板102、104の前方に並んでベース100の上方に配設された複数（本実施形態では16個）の緩衝体ユニット106と、緩衝体ユニット106の間に配設されてそれぞれが慣性質量体となる4つの移動板106とから構成される。

【0065】ベース100は、鋼板からなる。2つの固定板102、104すなわち後方固定板102および前方固定板104は、鋼板からなり、下部において溶接によりベース100に固着されている。後方固定板102と前方固定板104とは互いに鋼製のステー120で連結されている。図示していないが、ベース100がアンカーボルトにより路面に固定され、また、後方固定板102がコンクリート製の分離帯122に固定されることで、本緩衝装置が設置される。本緩衝装置においては、2つの固定板102、104とそれを繋ぐステー120

とが固定体として機能する。

【0066】複数の緩衝体ユニット106は、それら1つ1つが緩衝体として機能する。緩衝ユニット106は、16個配設されており、その外観形状は、蒲鉾を切断したような形状となっている。車両衝突方向における前方つまり先頭部の4個のものを除き、中央部から後方にかけての12個のものが略同じ外観形状をなし、先頭部の4個の緩衝体ユニットは、本緩衝装置の形状に相应して、装置前方のもののほど左右方向の幅が小さくなっている。また、緩衝体ユニット106は、後方の固定板104と後方の移動板108との間に4個のものが、移動板108どうしの間にそれぞれ4個のものが、最前方の移動板108の前方に4個のものが配設されている。本実施形態の緩衝装置においては、上記4個ずつの緩衝体ユニット106がそれぞれ緩衝体群を構成し、移動板108を区切りとして4つの緩衝体群に区分けされている。

【0067】緩衝体ユニット106は、緩衝機能を担う1つあるいは2つの緩衝材130と、緩衝材130の上下左右を被覆する被覆部材132と、緩衝材130および被覆部材132を内包する外郭部材134とを含んで構成される。緩衝材130は、直方体形状に成形された発泡ポリスチレン（EPS）である。被覆部材134は、薄い（0.3～1mm程度）鋼板製のパンチングメタルであり、それぞれの緩衝材130の前後の面を除く面、つまり、上下左右の面を取り巻くように覆っている。外郭部材134は、薄い（0.5～1mm程度）鋼板製であり、前板136と後板138と上方および左右方向に連続する側板140とに分けられ、それぞれが接合されて1つの外郭部材134を構成する（最前方の外郭部材134は前板136と側板140とが区別なく一体に形成されている）。緩衝材130は、外郭部材134の前板136および後板138に付設された保持金具142により、その位置が固定されて外郭部材134に保持されている。なお、2つの緩衝材を有する場合は、図示していないが、それぞれの緩衝材130がそれぞれの保持金具142によって、独立してその位置が固定されている。緩衝材の大きさ等については後に詳しく説明する。

【0068】外郭部材134は、本緩衝装置自体の外郭をも構成する。詳しくは、外郭部材134の側板140が、緩衝装置の上および左右の外郭を構成している。また、緩衝材130は、外郭部材134の側板140と距離を隔てて配置されている。つまり緩衝材130は、外郭部材134の内部において、上下左右に（2つの緩衝材130が存在する場合は、それらの間にも）空間を有して配設されている。この空間の存在により、車両衝突の際の緩衝体130の変形および外郭部材134の変形が容易となり、緩衝体ユニット106つまり緩衝体の緩衝作用は阻害されない。また、緩衝材130が変形して

破損する場合であっても、被覆部材132が緩衝材130の変形に応じて変形し、破損した破片が緩衝装置の周囲に飛散することを効果的に防止する。つまり被覆部材132は、緩衝材飛散防止手段として機能する。なお、外郭部材134も、飛散防止手段として機能するということができる。

【0069】移動板108は、比較的厚い鋼板であり、実質的に慣性質量を有する慣性質量体である。前後方向から見て、その大きさは、緩衝体ユニット106と略等しい大きさであり、その重量は、設計上、板厚を変更することにより、容易に変更することが可能である。移動板108の下部には、左右方向に間隔を置いて、2つの車輪装置150が取り付けられており、車輪装置150は、車両衝突方向に直角でかつ路面に平行な軸線まわりに回転可能な回転体である車輪152を有する。移動板150は、この車輪152を介してベース100に接地しており、前後方向の移動を円滑に行えるようになっている。つまり、これらの車輪装置150は前記車両衝突方向への移動を円滑化するための移動円滑化装置として機能する。

【0070】ベース100の上方の近傍には、ガイド用索体として機能する比較的太い2本の鋼製のワイヤであるガイド用ワイヤ154が、左右方向に間隔を隔てて、配設されている。これらのガイド用ワイヤ154は、ベース100の上面に設けられた前方固定装置156と前方固定板104に設けられた後方固定装置158とで、テンションをかけられつつ、車両衝突方向に張られている。詳しくは図示しないが、後方固定装置158には、ターンバックル機構が備わっており、このターンバックル機構により、ガイド用ワイヤ154にテンションがかけられている。これらガイド用ワイヤ154は、前方固定板102と最前方の緩衝体ユニット106にわたって張られている。

【0071】移動板108の下部には、板厚方向に貫通して左右方向に長い長孔として形成された2つの貫通穴であるガイド用ワイヤ貫通穴170が設けられている。2本ガイド用ワイヤ154の各々が、ガイド用ワイヤ貫通穴170の各々に貫通する。貫通穴170の上下方向の幅、つまり長穴幅は、ガイド用ワイヤ154の外径より大きく形成され、移動板108の前後方向の移動を担保している。また、図10に表すように、静止状態（衝突される前の状態）においては、ガイド用ワイヤ154のそれぞれが、貫通穴170のそれぞれにおいて、左右方向における内側に位置している。移動板108の左右方向への移動は、ガイド用ワイヤ154と貫通穴170とによって規制される。貫通穴170が形成された移動板108の下部の部分は、ガイド用ワイヤ154に沿って移動板108が移動するためのスライド部172となり、このスライド部172とガイド用ワイヤ154とで、左右方向への移動板108の移動を規制するガイド

装置を構成する。また、この構成において、貫通穴170が長穴として形成されていることから、その長穴長さ（左右方向の穴長さ）の分だけ、移動板108が傾斜可能となっている。つまり、その分だけ、路面に平行な平面に沿った回動が許容される。したがって、このガイド装置は、移動板108の回動許容機構を有する装置である。ガイド装置の機能については、後述する。

【0072】また、同様に、緩衝体ユニット106においても、外郭部材134の前板136および後板138に長穴として形成された2つのガイド用ワイヤ貫通穴174が設けられており、これらの貫通穴174の各々に2本のガイド用ワイヤ154が貫通する。つまり、これらの貫通穴174とガイド用ワイヤ154とは、緩衝体ユニット106に対するガイド装置として機能するものであるといえ、また、そのガイド装置は、緩衝体ユニット106に対しての回動許容機構を有するものであるといえる。

【0073】緩衝装置の左右両側には、それぞれ2本ずつの比較的細い鋼製のワイヤである挟持用ワイヤ180が設けられている。これらの挟持用ワイヤ180は、挟持用索体としての機能を果たすものであり、前方固定板104と最前方の移動板108とにそれぞれ設けられた前方固定装置182および後方固定装置184に両端部が固定され、両者の間にわたって車両衝突方向に張られている。移動板108には、対応する位置に貫通穴である挟持用ワイヤ貫通穴186が設けられ、緩衝体ユニット106の前板136、後板138にも挟持用ワイヤ貫通穴188が設けられており、挟持用ワイヤ180がそれぞれこれらの貫通穴186、188に貫通している。なお、図10において、前方固定装置182は省略してあるが、それが干渉する外郭部材134の後板138の部分には逃がし穴190が設けられている。また、詳しく図示していないが、後方固定装置184はターンバックル機構を有し、挟持用ワイヤ180が最前方の移動板108を前方固定板104に向かって、適度なテンションで引き付けていることにより、それらの間の移動板108および緩衝体ユニット106が挟持されるものとなっている。この挟持によって、移動板108および緩衝体ユニット106は、車両衝突方向に整列させられさらにしっかり保持されることになる。すなわち、これら挟持用ワイヤ180は、緩衝体挟持手段を構成する。また、これらの挟持用ワイヤ180は、緩衝装置の側面への車両衝突の際に、緩衝体の横ずれ、あるいは、装置自体の横ずれを防止する機能をも果たす。なお、最前方の移動板108の前方の緩衝体ユニット106には、かかる挟持手段は設けられていないが、例えば、緩衝体ユニット106の外郭部材134どうしをそれらの一部分で接合する等により、同様に、しっかり保持されることになる。挟持用ワイヤ180にテンションをかける際のターンバックル機構の操作は、前方固定体102と後方固定

体104との間の作業空間192にて行えばよい。この作業空間192は、ガイド用ワイヤ154にテンションを付与する際にも利用されるが、通常は、カバー194にて覆われている。

【0074】本緩衝装置は、1000kgの重量の車両が100km/hの速度で正面衝突した場合、車両に与える衝撃が20G以下となるように設計している。装置の左右の幅は約1500mm、高さ約1000mmとなっている。それぞれの緩衝体ユニット106はその車両衝突方向の長さが約300mm（最前方のものは約400mm）となっており、装置全長が約5.2m（固定体の部分を除いて約4.9m）となっている。なお、図9は、理解を容易にするため、緩衝材130すべて断面で表してある。緩衝材は、前述したようにEPSで、発泡倍率が50倍のものを使用している。その緩衝係数は約2.5（最小値の値）である。それぞれの緩衝体ユニット106が備える緩衝材130は、高さ方向においてその長さが約700mmと一定のものとなっている。それぞれの緩衝体ユニット106が備える緩衝材130の数量、1つの緩衝材130の左右方向における概略長さ（幅）、緩衝体ユニット106ごとの緩衝材130の概略総断面積（車両衝突方向に直角な面における総断面積）を、前方の緩衝体ユニット106から順に示せば、下記表2のようになる。

【0075】

【表2】

No.	数量	緩衝材の幅 (mm)	総断面積 (m ²)
1	1	550	0.39
2	1	740	0.52
3	1	740	0.52
4	1	740	0.52
5	2	225	0.32
6	2	410	0.57
7	2	450	0.63
8	2	475	0.67
9	2	330	0.46
10	2	550	0.77
11	2	575	0.81
12	2	600	0.84
13	2	400	0.56
14	2	625	0.88
15	2	625	0.88
16	2	625	0.88

【0076】上記表2の数値に基づいて計算すれば容易に理解できるように、移動板108を区切りとしたそれぞれの緩衝体群で考えた場合、それぞれの緩衝体群の衝撃を受ける断面積（緩衝体群のすべての緩衝材130の体積の総和を緩衝体群の前後方向の長さで除した値）は、前方の緩衝体群ほど小さく、ばね定数の値が小さくなっている。すなわち、前方の緩衝体群ほど柔らかくなっている。また、移動板108の後方に位置する緩衝体ユニット106の緩衝材130（図8および図9の★印）については、その後方の緩衝体ユニット106の緩衝材130に比較して、断面積が小さいものとなっている。これは、前述したように、先頭部の慣性質量体の移動速度が特に速く、その後部の緩衝材の変形が追従せずに、車両に与えるの衝撃が大きくなるのを防止するための手段である。なお、緩衝体ユニット106において、緩衝材130以外の構成要素は、緩衝作用を阻害するものではなく、緩衝設計においては、緩衝材130のみによって緩衝体が構成されているとしても影響はない。

【0077】慣性質量体となる移動板の重量は、最前方のもの（図8および図9の☆印）を除いて、約110kgである。前述したように、最前方のものの重量が特に重要であり、また、初期衝撃をできるだけ小さくすることが望ましいことから、その重量は約85kgと軽めになっている。ちなみに、その前方に存在するすべての緩衝材130についての前記 L_1 （総長さ）、 A_1 （衝撃受面積：体積から換算）、 e_{opt} （単位体積当たりの理論最適吸収エネルギー）は、それぞれ約1200mm、約0.4m²、約120kJ/m³であり、前記理論最適重量 m_{is} は、約80kgとなる。

【0078】本車両用衝突緩衝装置に、車両が前方より正面衝突して、その衝突衝撃が吸収される様子を図12に示す。この図が示すように、車両が衝突した場合、前方側の緩衝体ユニット（緩衝体）から順に圧縮変形しつつ、前方側の移動板（慣性質量体）から順に後方に移動して、効果的に衝撃を吸収する。詳しい計算は省略するが、使用したEPSの緩衝係数が約2.5であるのに対して、装置全体の見かけ上の緩衝係数は約2.1となる。本実施形態の緩衝装置の場合、1000kgの重量の車両が100km/hの速度で正面衝突した場合、車両に与える衝撃は、計算上、約17Gとなる。装置全体の見かけ上の緩衝係数が約2.1という値となる場合、20Gまでの衝撃を許容したときには、計算上では、緩衝体全長が約4.2mで収まることになる。緩衝係数が約2.5の緩衝材のみで緩衝装置を構成した場合（図3（a）のような態様の場合）には、前述の表1からも推測できるように、緩衝体の全長が約4.9m必要であることに鑑みれば、本緩衝装置がコンパクトな緩衝装置であることが容易に理解できる。

【0079】次に、ガイド装置の機能等について補足説明する。本実施形態の緩衝装置では、ガイド装置は、平行な2本のガイド用ワイヤ154と、移動板108のスライド部172に設けられた長穴であるガイド用ワイヤ貫通穴170とを含んで構成される。図13にこれらの構成要素を上方から模式的に示す。図13（a）は、衝突前の静止状態である。車両の衝突等により、この移動板108に装置の左右方向からの力が作用した場合を想定する。図13（b）は、装置の前方から見て左方向からの力が加わった場合を示す。図10に示すように、それぞれのガイド用ワイヤ154は、それぞれの貫通穴170の内側に位置している。このため、移動板108が右方向に移動しようとする、右側のガイド用ワイヤ154は、右側の長穴の左方向の端部に当接する。そして、そのガイド用ワイヤ154は、移動板108の力を受けて撓むが、弾性反発力によって、移動板108を左方向に押し戻そうとする。このようにして、移動板108の左右方向への移動が規制される。例えば、剛体のレールとそれと係合してスライドするガイド装置をも採用できるが、本ガイド装置は、索体の有する弾性力により、移

動板108の左右方向の移動を効果的に規制できるものとなる。単純な構造のガイド装置であるといえる。なお貫通穴170にガイド用ワイヤ154を貫通させる構成であるため、移動板108の上方への跳ね上がりも、効果的に規制される。

【0080】移動板108が路面に平行な平面に沿って回転させられる場合を、図14に模式的に示す。本ガイド装置は、ガイド用ワイヤ貫通穴170が長穴として形成されている。したがって、移動板108が、車両衝突方向に直角な面に対して傾斜する場合であっても、その長穴の長さに応じた分だけ傾斜可能である。つまり、路面に平行な平面に沿って回転可能である。具体的に説明すれば、図10に示すように、それぞれのガイド用ワイヤ154は、それぞれの貫通穴170の内側に位置しており、2つの貫通穴170の内側どうしの間隔は（図14の l_0 ）、2本のガイド用ワイヤ154の内側どうしの間隔（図14の l' ）と略等しい。移動板108が傾斜する場合、長穴の長さ（図14の l_1 、 l_2 ）の分だけ傾斜させられる。図14（a）と図14（b）とでは長穴の長さが異なり、図14（b）に示す場合のほうが、長穴の長さが長く（ $l_1 < l_2$ ）、したがって、大きな回転が許容される。例えば、前方の移動板108のほうが、後方のものと比較して、回転させられる力が大きい、ため、回転許容量を大きくすることが望ましい。詳しくは図示していないが、本実施形態の緩衝装置におけるガイド装置では、前方の移動板108に設けられた貫通穴170のほうが、後方のものに比較して長穴の長さが長く、回転許容量を多くしてある。なお、長穴長さを超える分の回転力は、ガイド用ワイヤの撓み、つまり弾性により効果的に緩和される。なお、回転がまったく許容されない場合は、移動板108の後方への移動の円滑性が損なわれる可能性がある。

【0081】次に、緩衝材の偏り変形抑制手段について説明する。本緩衝装置では、剛体である移動板108どうしの間、あるいは移動板108と前方固定板104との間には、複数の緩衝体ユニット106が配設されている。例えば、移動板108が後方に移動しつつ上記のように回転させられる場合を考える。移動板108の回転を伴う緩衝材の圧縮変形の様子を、図15に模式的に示す。図15（a）は、移動板108に前後方向長さの長い緩衝材130が1つ配設されている場合である。この場合、緩衝材130は座屈等により、偏った変形が大きくなる。これに対し、本緩衝装置の場合は、複数の緩衝体ユニットが配設されていることから、比較的短い緩衝材130が複数配設されることになる。そして、それらの間には、緩衝体ユニット106の外郭部材134の前板136、後板138が介装された格好になっている。したがって、図15（b）に示すように、例えば、外郭部材134全体の支持力等により、それぞれの緩衝体130の座屈変形等が抑制されるため、緩衝材の偏った変

形が効果的に抑制される。つまり、例えば、複数の連続する緩衝ユニット106の複数の緩衝材130を1つの緩衝材と擬制する場合、外郭部材134の前板136および後板138は、その緩衝材を前後方向に仕切る仕切板として機能する。かかる仕切板が緩衝材の偏り変形抑制手段として機能するのである。

【0082】緩衝装置は、正面衝突の場合を想定して設計されるが、実際の車両の衝突は、例えば、オフセット衝突、斜突等のように、偏荷重を受ける場合も少なくない。このような場合、慣性質量体の左右への移動、回動、あるいは、緩衝材の偏り変形等の現象は避けられない。これらの現象を、うまく調整することにより、慣性質量体の円滑な移動が確保され、効率的な衝突エネルギーの吸収が可能となる。本緩衝装置では、上記回動許容機構を含むガイド装置、緩衝材の偏り変形手段を設けて、これを実現している。なお、緩衝体ユニット106も、長穴となるガイド用ワイヤ貫通穴174が外郭部材134の前板136および後板138に形成され、それらにガイド用ワイヤ154が貫通しているため、上記ガイド装置は、緩衝体ユニット106の左右方向の移動を規制し、回動を許容するものとなる。

【0083】次に、緩衝材の変形態様について説明する。上記実施態様の緩衝材は、EPSを使用している。これに変えてアルミニウムハニカム体とEPSの積層構造の緩衝材を用いることができる。図16に、上記積層構造の緩衝材を示す。この図の示す緩衝材130は、アルミニウムハニカム体200を両側（詳しくは前後側）をEPS202で挟むように積層したものである。このような緩衝材130を用いることもできる。アルミニウムハニカム体200は、緩衝係数が小さな緩衝材であり、EPS202の存在によってノイズ的に（高周波的に）発生する高い応力のピークを消去できることから、このような積層構造の緩衝材は好適である。3層構造のものを示したが、積層数は限定されない。アルミニウムハニカム体200は、セル（通孔）のサイズ、セルを区画する箔の厚さ（区画壁の厚さ）および材質等を調整して、望む緩衝係数のものとすればよい。なお、本変形態様における緩衝材では、アルミニウムハニカム体202のEPS202への食い込みを防止するために、両者の間に、薄い金属シート204を介在させている。

【0084】上記実施形態は、1000kgの重量の車両が100km/hの速度で正面衝突した場合、車両に与える衝撃が20G以下となるように設計された装置である。かかる設定だけではなく、例えば、もっと衝突速度を遅く設定する等は、その長さを短くすることができる。図17に、上記実施形態の変形態様であって、長さの短い衝突緩衝装置のバリエーションを示す。図17

(a)は上記実施形態の緩衝装置であって、図17
(b), (c)は、それに比較して徐々に短くなっている。このように、設定衝突速度が遅くなるにつれて、緩

衝装置の前後方向の長さを短くすればよい。なお、移動板108の数量、重量、緩衝体ユニット106の数量、長さ、緩衝材の材質等、バリエーションに富んだいろいろな変形態様を採用することができる。また、緩衝装置の外郭は、装置全体で1つの外郭部材を有するものであっても、慣性質量体で区画された部分ごとに外郭部材を配置するようなものであってもよい。

【0085】以上、本発明の車両用衝突緩衝装置の一実施形態とそのいくつかの変形態様について説明したが、本発明の車両用衝突緩衝装置は、上記実施形態およびその変形態様に限られず、前記〔発明が解決しようとする課題、課題解決手段および効果〕の項に記載された態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した態様で実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】完全弾性体の応力-ひずみ線図を示す。

【図2】発泡ポリスチレンの応力-ひずみ線図を示す。

【図3】衝撃吸収の方式の相違する3つのタイプの車両用衝突緩衝装置を模式的に示す。

【図4】緩衝材を完全弾性体とする支持体固定方式の緩衝装置における装置全体の応力-ひずみ線図を模式的に示す。

【図5】緩衝材を完全弾性体とする慣性力方式の緩衝装置における装置全体の応力-ひずみ線図を模式的に示す。

【図6】緩衝材を発泡ポリスチレンとする慣性力方式の緩衝装置における装置全体の応力-ひずみ線図を模式的に示す。

【図7】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置の斜視図を示す。

【図8】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置の平面断面図を示す。

【図9】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置の側面断面図を示す。

【図10】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置の図9におけるA-A部の正面断面図を示す。

【図11】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置において、慣性質量体の間に緩衝体ユニットが積層されて配設される様子を示す。

【図12】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置に、車両が前方より正面衝突して、その衝突衝撃が吸収される様子を示す。

【図13】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置が備えるガイド装置において、移動板に左右方向からの力が作用した場合を模式的に示す。

【図14】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置が備えるガイド装置において、移動板が路面に平行な平面に沿って回動させられる場合を模式的に示す。

【図15】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置において、移動板の回動を伴う緩衝材の圧縮変形の様子を模

式的に示す。

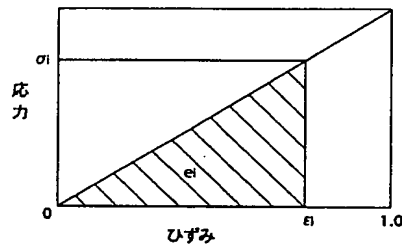
【図16】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置が備える緩衝材の変形態様であって、使用可能なアルミハニカム体とEPSの積層構造の緩衝材を示す。

【図17】本発明の実施形態の車両用衝突緩衝装置の変形態様であって、長さの短い衝突緩衝装置のバリエーションを示す。

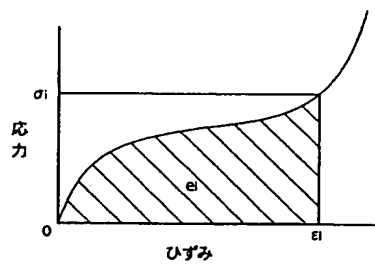
【符号の説明】

10：固定体 20：緩衝体 40：慣性質量体 100：ベース 102：後方固定板（固定体） 104：前方固定板（固定体） 106：緩衝ユニット（緩衝体） 108：移動板（慣性質量体） 130：緩衝材

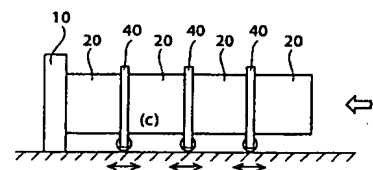
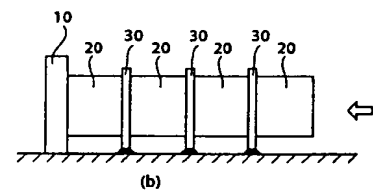
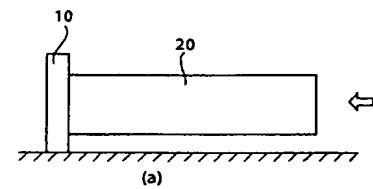
【図1】



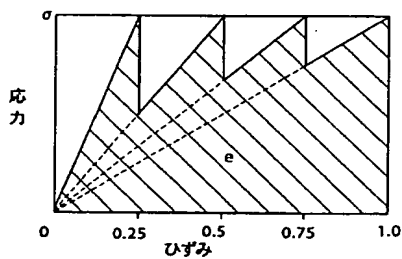
【図2】



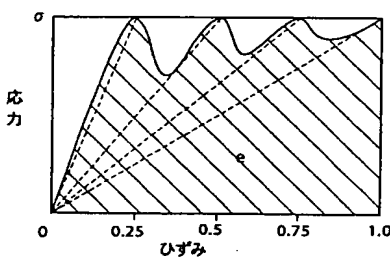
【図3】



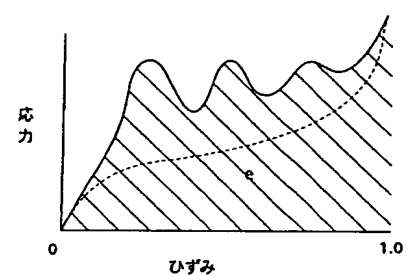
【図4】



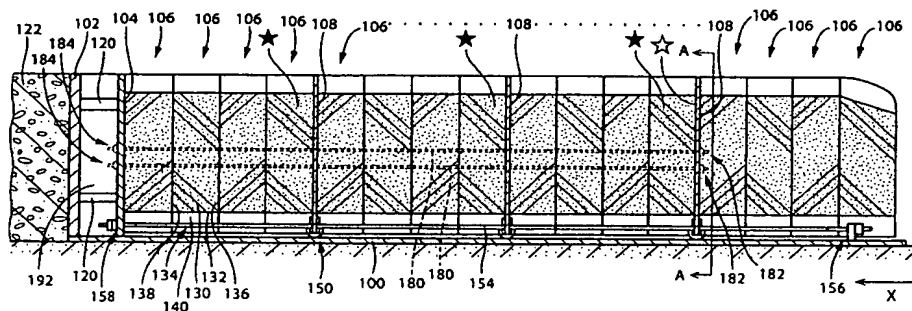
【図5】



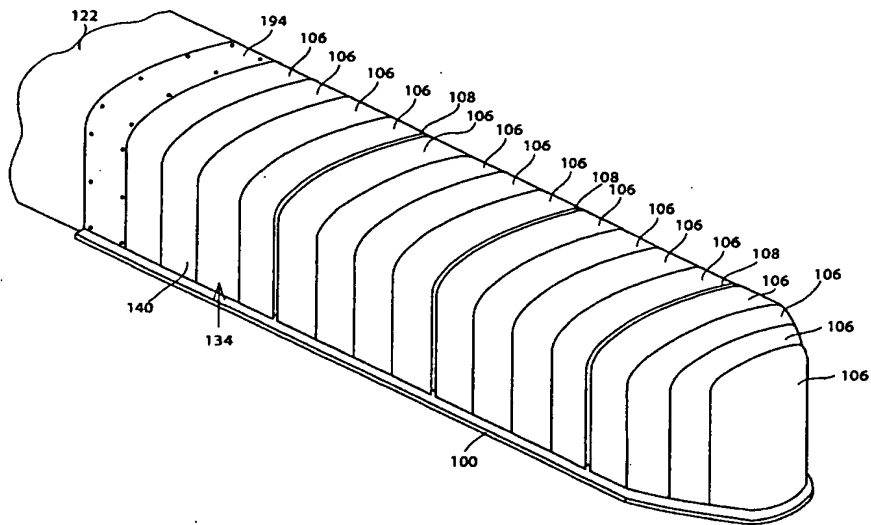
【図6】



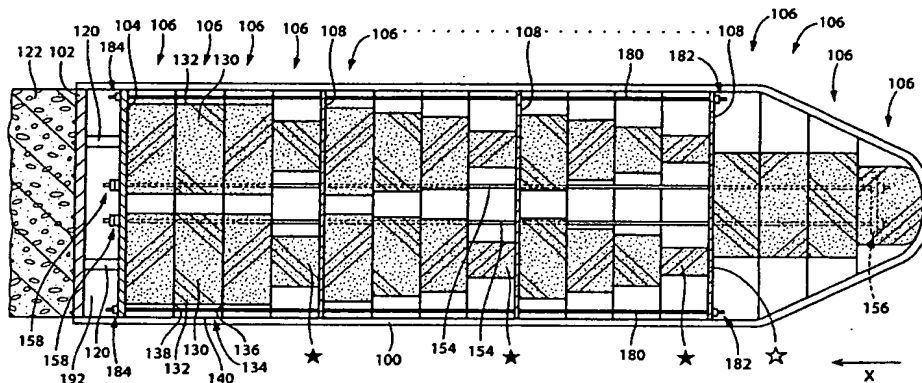
【図9】



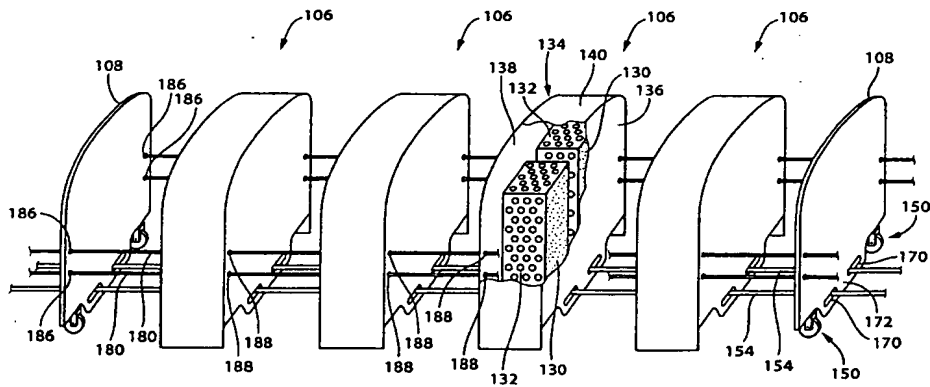
【図7】



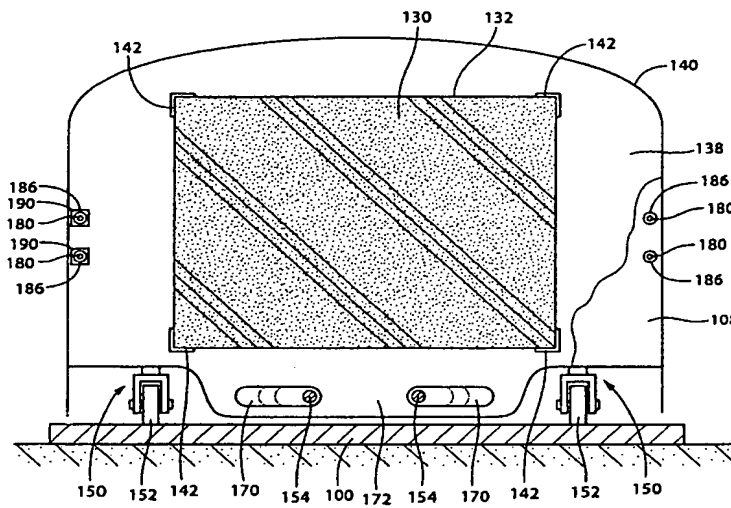
【図8】



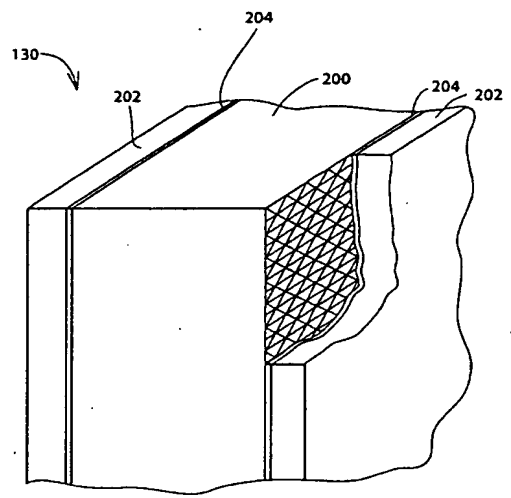
【図11】



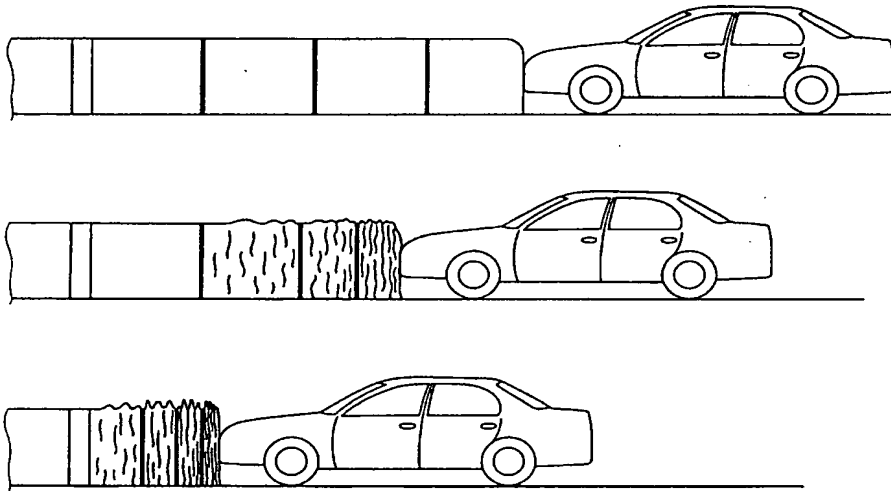
【図10】



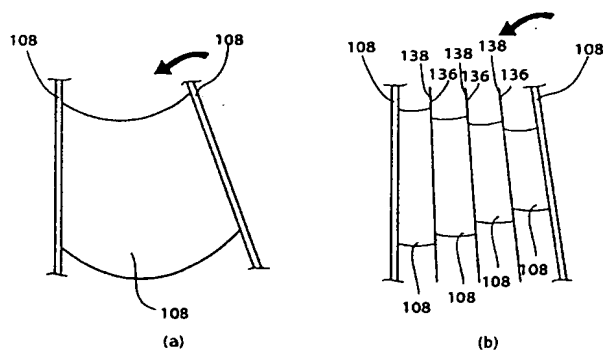
【図16】



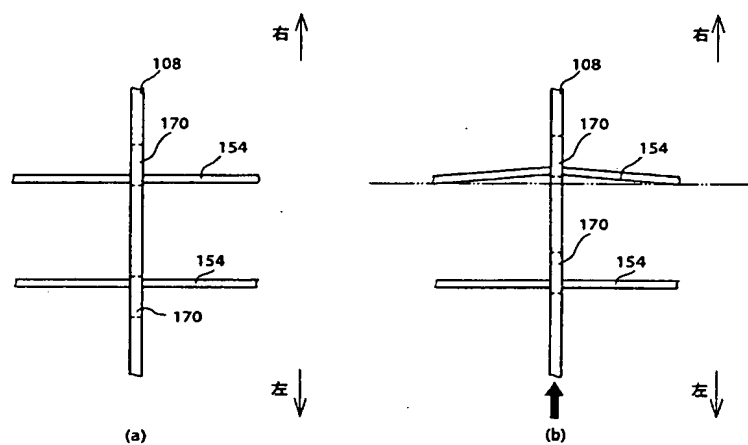
【図12】



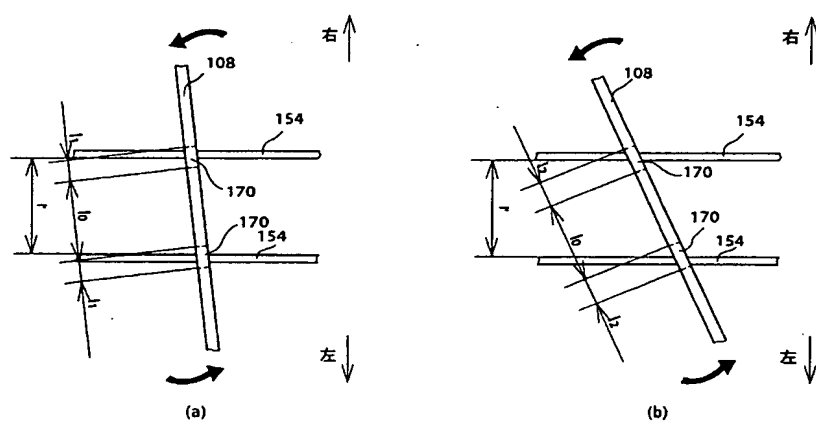
【図15】



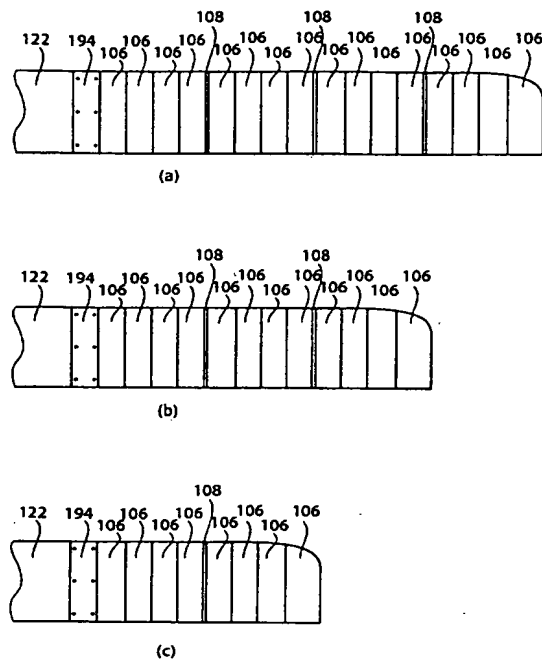
【図13】



【図14】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 山▲崎▼ 誠
 大阪市住吉区苅田 1-12-14-615

(72)発明者 中嶋 隆勝
 和泉市あゆみ野 2丁目 7番 1号 大阪府立
 産業技術総合研究所内

(72)発明者 和田 邦宏
 名古屋市熱田区古新町 2の103の2

Fターム(参考) 2D101 CA04 DA04 DA05 DA06 EA01
 FA02 FB01 FB02 GA12 GA13
 GA15 GA17
 3J066 AA01 AA23 BA01 BA03 BB01
 BC01 BD05 BD07 BE06 BF03
 DA07

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.